# Bemerkungen über Professor Dr. O. Drude's Aufsatz: »Betrachtungen über die hypothetischen vegetationslosen Einöden im temperierten Klima der nördlichen Hemisphäre zur Eiszeit[1])«.

Von

**A. G. Nathorst.**

Auf die Untersuchungen Seton-Karr's über die Gletscher Alaskas[2]) und ihre großartigen Moränenbildungen gestützt, hat Prof. Dr. O. Drude neuerdings nachzuweisen versucht, dass die bisherige Annahme, welche das Inlandeis als eine vegetationslose Einöde zur Zeit der höchsten Gletscherausdehnung während der Eiszeit betrachtete, wenigstens z. T. eine irrige sei. Er nimmt im Gegenteil an, dass nicht nur ein Teil der arktischen Flora, sondern sogar ein Teil der skandinavischen Waldvegetation an geschützten Stellen, ja sogar auf den Oberflächenmoränen des Eises selbst die Eiszeit überdauern konnten, wie es aus folgendem Passus seiner Darstellung am besten hervorgehen dürfte.

»Meiner Meinung zufolge hat also der größte Teil des arktischen Florenelementes, welches Grönland und Skandinavien verbindet, dortselbst an geschützten Stellen, auf mannigfach sich verschiebenden Küstenplätzen, sowie auf den dem Eise auflagernden Moränen, nach dem Beispiele der Mt. Elias-Gletscherflora die Eiszeit überdauert und hat während dieser Periode zur Verbreitung des arktischen Elementes südwärts zum mittlern Europa hin das meiste beigetragen; selbst die Waldvegetation halte ich in jener Periode von Skandinavien nicht für notwendig ausgeschlossen, wohl aber alle wärmeren Florenelemente, welche thatsächlich zusammenhängende Verbreitungslinien vom atlantischen Westeuropa her oder aus dem mittleren Russland zeigen.«

Da mir diese Schlussfolgerung nicht berechtigt erscheint und da dieselbe weder mit den geologischen noch mit den paläophytologischen

1) Petermann's Mitteilungen 1889. S. 282—290.

2) H. W. Seton-Karr, The alpine regions of Alaska. Proceed. roy. geogr. society. Vol. 9. 1887. p. 269. — Derselbe, Shores and alps of Alaska. London 1887.

Thatsachen im Einklang steht, dürfte es mir gestattet sein, hier einige kritische Bemerkungen an dieselbe zu knüpfen. Ich bemerke hierbei sogleich, dass DRUDE sich Grönland gegenüber auf die Ansichten WARMING's gestützt hat, da ich aber in einer anderen Arbeit diese zu widerlegen versucht habe[1], dürfte es unnötig sein, uns hier mit Grönland zu beschäftigen, dies um so weniger, als ich in dieser Zeitschrift demnächst einen Auszug meiner betreffenden Arbeit in deutscher Sprache veröffentlichen werde. Es sei hier nur bemerkt, dass sowohl die geologischen Verhältnisse während der Eiszeit als die Verbreitung der Pflanzen in Grönland selbst mit Bestimmtheit darauf hindeuten, dass die meisten Arten — möglicherweise sogar alle — während der postglacialen Zeit nach Grönland eingewandert sind. WARMING's Behauptung, dass die Hauptmasse von Grönlands Flora »die Eiszeit im Lande selbst überlebte«, hat sich somit als vollständig irrig erwiesen. —

Es ist schon seit längerer Zeit bekannt gewesen, dass Alpenpflanzen auf den Oberflächenmoränen der Gletscher der Alpen vegetieren können. Ferner weiß man auch, dass eine Waldvegetation auf dem gefrorenen Boden Sibiriens gut gedeiht, sowie dass eine nicht unbedeutende Vegetation mit Sträuchern sich auf den Eismassen der Eschscholtz-Bai hat entfalten können. SETON-KARR's Beobachtungen über die Gletscher am Mount Elias in Alaska zeigen ferner, dass eine kräftige Waldvegetation mit reichem Unterholzgestrüpp (*Vaccinium*) und reichem Tierleben auf den dortigen Moränen vorkommt, während unter diesen das Eis eine Mächtigkeit von 300—700 Fuß haben kann. Auch die Abhänge des Mt. Elias selbst waren oberhalb des Gletschers mit Waldflecken geschmückt[2].

»Es genügen diese aus der Beschreibung der Mt. Elias-Expedition herausgezogenen Schilderungen«, sagt Prof. DRUDE, »zur Erhärtung der für pflanzengeographische Beurteilung der Glacialzeit-Verhältnisse wichtigen Thatsache, dass nicht nur die Moränen von sich zurückziehenden Gletschern, oder die in warme Thäler weit vorgeschobenen Moränen (wie es in den Alpen beobachtet wird) sich mit der Vegetation der umliegenden eisfreien Gründe schnell bedecken, sondern dass mitten im Eise bei genügender Sommermilde die Vegetation, sogar das Baumleben, einen erfolgreichen Kampf um den Boden für sich allein aufnehmen kann und hier und da das durch mächtige Gletscher auf dem Eisfuß selbst zusammengeschobene Gerölle dicht und undurchdringlich besetzt mit Arten, welche jedenfalls aus einem dauernd kühlen Gerölleboden sich zu ernähren im Stande sind. Die Voraussetzung ist also nicht richtig, dass da, wo man die Wirkung verschwundener Gletscher geologisch erkennt, das

---

1) A. G. NATHORST, Kritiska anmärkningar om den grönländska vegetationens historia. Bihang till svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. 16, Afd. 3, No. 6. Stockholm 1890. 2) Siehe ferner DRUDE a. a. O. S. 283—284.

Land zur Zeit jener Eisbedeckung notwendigerweise eine vegetationslose Einöde gewesen sei.«

Gegen diese Schlussfolgerung wäre unter gewissen Voraussetzungen nichts zu sagen, wenn man dieselbe wirklich für solche Gebiete beschränken wollte, welche früher nur von Gletschern im eingeschränkteren Sinne des Wortes bedeckt gewesen sind. Sobald man aber die Schlussfolgerung, wie Prof. Drude es thut, auch für das Inlandeis verwendet, ist sie dagegen nicht länger stichhaltig. Wir brauchen glücklicherweise in dieser Hinsicht nicht bei Hypothesen oder Wahrscheinlichkeitsannahmen stehen zu bleiben, sondern wir können auf thatsächliche Verhältnisse hinweisen. Denn da Prof. Drude fragt: »Wo finden wir überhaupt, wenn wir uns in der Gegenwart nach Vergleichsbildern umschauen, solche pflanzenleere Einöden?« so können wir die Antwort sogleich geben: solche Einöden finden sich auf Grönland und auf dem Nordostland Spitzbergens. Es ist dabei gleichzeitig zu erwähnen, dass das grönländische Inlandeis im allgemeinen nur am äußersten Rande Moränen trägt. Dies hat schon Nordenskiöld mehrmals hervorgehoben. So sagt er z. B. bei einer Gelegenheit[1]: »Auch sieht man keine Moränen auf der Oberfläche des Inlandeises außer in der Nähe des Landes oder Inseln des Eisfeldes. Die Moränen sind für kleinere Gletscher mehr kennzeichnend als für das eigentliche Inlandeis. Schon ein unbedeutendes Stück innerhalb des Randes des letzteren sucht man umsonst einen Stein so groß wie eine Erbse aufzufinden.« Und auch jene Moränen, welche bei den Nunatakker[2]) vorkommen, verschwinden bald wieder im Eise. Dies ist durch die Untersuchungen der dänischen Forscher, z. B. bei Jensen's Nunatakker deutlich dargelegt worden, was Heim in seinem Handbuch der Gletscherkunde übrigens hervorhebt (S. 476): »Aber auch diese Moränen erhalten sich nicht lange sichtbar. Nach Verlauf einiger Kilometer fällt Block um Block in die stets sich öffnenden und wieder schließenden Spalten, um immer tiefer in das Eis hineingeknetet zu werden.« Noch ausdrücklicher ist diese Abwesenheit der Moränen auf dem Inlandeise von Nansen in dessen Schilderung über seine Wanderung quer durch Grönland betont worden. »Von Moränenschlamm oder Gesteinen (Findlingen) sahen wir auf dem Eise gar nichts[3]), wenn ich den letzten Abhang bei der Westküste ausnehme, wo wir auf das Land oder richtiger auf den ersten kleinen Binnensee niederstiegen, d. h. nur etwa hundert Ellen vom äußersten Rande des Eises. Dies harmoniert vollständig mit früheren Beobachtungen auf dem Inlandeise Grönlands, nicht aber mit den Behauptungen einiger

1) A. E. Nordenskiöld, Den andra Dicksonska expeditionen till Grönland. Stockholm 1885. S. 128.

2) Nunatak ist die grönländische Benennung für die über das Inlandeis hervorragenden Felsinseln. Der Name (pluralis Nunatakker) ist von den dänischen Forschern in die wissenschaftliche Litteratur eingeführt worden.

3) Es ist dies sehr bemerkenswert, weil die Expedition beim Aufsteigen auf dem Eise an der Ostküste mehrere Nunatakker passierte.

Geologen mit Rücksicht auf die Gletscher der größeren Eiszeiten. Diese Gletscher sollten nämlich, ihrer Meinung nach, gewaltige Moränen von Grus und Stein getragen haben, eine nach meiner Meinung vollkommen absurde Behauptung, für welche kaum eine andere Widerlegung als ein Hinweis auf das Inlandeis Grönlands nötig ist«[1]).

Ebensowenig fand Nordenskiöld einige Moränen auf dem Inlandeise des spitzbergischen Nordostlandes, welches von ihm 1873 durchwandert wurde.

Wenn wir solchergestalt nur auf die thatsächlichen Verhältnisse beim jetzigen Inlandeise hinzuweisen brauchen, um zu zeigen, dass die Beobachtungen über die oben erwähnten Gletscher in Alaska gar nicht für dasselbe gelten können, und dass Drude's Behauptung: »in den höchsten erreichten Breiten des Nordens finden sich aber diese Einöden nicht«, eine irrige ist, so wird dies noch mehr einleuchten, wenn wir die Verhältnisse des ehemaligen skandinavischen Inlandeises etwas näher betrachten. Wenn es auch etwas auffallend erscheinen könnte, dass ein solches Gebirgsland, wie Grönland, so vollkommen vom Eise bedeckt werden kann, dass keine Oberflächenmoränen dort vorkommen, so kann die Abwesenheit solcher auf dem skandinavischen Inlandeise während der Zeit der höchsten Vereisung dagegen gar nicht befremden. Es giebt nämlich weder im mittleren und südlichen Schweden, noch in Finland, noch in den vom Eise bedeckten Teilen Russlands und Deutschlands einige Gebirge, welche über das Eis hervorragen konnten[2]). Nur in den skandinavischen Hochgebirgen beiderseits Kjölen oder in den Fjelden des centralen Norwegens könnte man nach einzelnen Gipfeln suchen, welche möglicherweise aus dem Eise hätten hervorragen können. Die Thatsachen sprechen aber kaum für das Vorhandensein einiger solcher »Nunatakker« in Skandinavien während der Zeit der größten Vergletscherung. Wir finden nämlich z. B. in Norwegen, nach Keilhau, Törnebohm und Helland, dass erratische Blöcke bis 1700 und 1800 m ü. d. M. vorkommen können, d. h. die Eisdecke im centralen Norwegen hat wenigstens diese Meereshöhe erreicht. Nun ist es aber aus Nordenskiöld's und Nansen's Untersuchungen hervorgegangen, dass die höheren Teile des Inlandeises in Grönland von Schnee bedeckt sind, und wir müssen demgemäß annehmen, dass ebenso jene Teile Skandinaviens, von welchen das Inlandeis ausgegangen ist, von einer mächtigen Schnee- und Firndecke bedeckt waren, welche unten in Eis überging und das Inlandeis speiste. Die Mächtigkeit der Schnee- und Eisdecke muss demzufolge viel größer gewesen sein, als die Schrammen und Findlinge es zeigen können. Es ist unter diesen Umständen am wahrscheinlichsten, dass während der Zeit der größten Vereisung auch in den

1) F. Nansen, På skidor genom Grönland. Stockholm 1890 (Schwedische Ausgabe). S. 654.

2) Dass einzelne Hügelketten am äußersten Rande des Eises, wo es am wenigsten mächtig war, hervorragen könnten, hat hierbei nichts zu bedeuten.

höchsten Teilen Skandinaviens kein einziger Gipfel als Nunatak über das Inlandeis hervorgeragt hat. Ferner kommt noch in Betracht, dass die Ausdehnung des skandinavischen Inlandeises bedeutend größer, als das jetzige Inlandeis Grönlands war. Schon dies steigt aber im Inneren des Landes zu einer Meereshöhe, welche den höchsten Gipfel Norwegens bedeutend überragt, oder wie NANSEN hervorhebt, es würde sogar das Galdhöipigg (2560 m) bedecken. Da wir aber wohl der größeren Ausdehnung entsprechend für das skandinavische Inlandeis eine noch bedeutendere Mächtigkeit annehmen müssen, so ist es wieder nicht wahrscheinlich, dass einige Nunatakker zur Zeit der höchsten Vereisung in Norwegen vorgekommen sind. Aber auch vorausgesetzt, dass einige solche sich hier vorgefunden hätten, so ist damit nicht gesagt, dass sie eine phanerogame Vegetation hätten beherbergen können, da sie mitten in der großen Eiseinöde sich befanden, wo wir eine noch niedrigere Temperatur als die von NANSEN im Innern von Grönland beobachtete annehmen müssen, und da sie wahrscheinlicherweise auch vom Schnee größtenteils verhüllt waren. Meiner Meinung nach fanden sich hier keine schneefreien Nunatakker, aber auch angenommen, dass einige solche hier hätten vorkommen können, so würde ihre Zahl allzugering und der Abstand vom Rande des Inlandeises zu groß gewesen sein — 1000—1800 km — als dass dieselben eine nennenswerte Bedeutung für die später folgende Colonisation des skandinavischen Bodens hätten haben können, auch wenn höhere Pflanzen, was nicht anzunehmen ist, auf denselben existiert hätten. Man kann hier nicht als Beispiel in entgegengesetzter Richtung die gegen den Rand des grönländischen Inlandeises auf 35—40 km vom Lande[1]) entfernten JENSEN's Nunatakker erwähnen, denn die Verhältnisse jetzt sind ja bedeutend günstiger als während der Eiszeit und am Rande des Eises gewiss ganz verschieden von denen im Inneren desselben[2]). Ich betrachte demgemäß die schon seit längerer Zeit von schwedischen Forschern ausgesprochene Ansicht, dass keine Pflanzen während der Eiszeit in Skandinavien existieren konnten, als ganz richtig. Und das ganze skandinavische Inlandeis, welches sich gegen Süden über Norddeutschland bis etwa 50—52° n. Br., gegen Westen bis über die Shetlandsinseln und bis zur Ostküste Englands, im Osten bis etwa 45—55° ö. L. Greenw. in Russland erstreckte, muss während der Zeit der größten Vereisung als eine vegetationslose Einöde betrachtet werden.

---

1) Nicht 100 Kilometer, wie gewöhnlich behauptet wird. 2) Auch kennen wir inmitten des skandinavischen Inlandeises keinen von demselben ringsum eingeschlossenen eisfreien Boden, wie er im Westen des Michigan-Sees im amerikanischen Inlandeise zwischen 42° und 45° n. Br. vorgekommen sein soll. Vergl. CHAMBERLAIN und SALISBURY, The driftless area of the upper Mississippi. Sixth annual report U. S. Geol. Survey. p. 205. Washington 1885.

Es ist hierbei von keiner Bedeutung, dass diese Verhältnisse sich später während der Abschmelzung des Eises allmählich haben verändern können, sodass einzelne Höhen als Nunatakker über das Eis hervorragten, während die Moränen allmählich auf seiner Oberfläche hervortraten, Verhältnisse, auf welche wir unten zurückkommen werden. Die Thatsache besteht jedenfalls: während der Periode der höchsten Vereisung bezeichneten die Inlandeise große vegetationslose Einöden, und der Pflanzengeograph muss dies bei allen Betrachtungen über die Geschichte der Vegetation im jetzigen temperierten Klima der nördlichen Hemisphäre als eine festgestellte Thatsache ansehen. Es kann folglich keine Rede davon sein, dass »hier und da, und zwar mit abnehmender Breite immer zahlreicher, in diesem riesigen Gletscherlande und am Saume der Eisküste auf Gletscherdeltas etc. Flecken von Nadelwäldern und nordischen Laubbäumen, Heidelbeergestrüppe und Pflanzenarten wie *Linnaea*, *Empetrum*, *Rubus Chamaemorus, Salices* und andere Arten, zu Vegetationsoasen vereinigt, auch damals die Möglichkeit einer Verbreitung über die vereisten Länder hinweg besaßen«. Dies konnte höchstens dann eintreten, wenn das Inlandeis in vollständiger Abschmelzung begriffen war, denn die Verbreitung der jetzigen Pflanzen Grönlands beweist genügend, dass das Inlandeis sonst ein unüberwindliches Hindernis für die Wanderung der Pflanzen gewesen wäre. —

Die Frage, welche wir jetzt betrachten wollen, ist die über die Beschaffenheit der Vegetation, welche am Saume des Inlandeises während der größten Ausdehnung desselben vorgekommen ist. Es muss dabei sogleich bemerkt werden, dass schon im voraus die Möglichkeit anerkannt werden muss, dass diese Vegetation in verschiedenen Gegenden verschieden gewesen sein kann. Wir wissen ja von den heutigen Gletschern, wie Drude hervorhebt, »dass bei starker Gletscherausdehnung, in verhältnismäßig mildem Klima die alpine Region zwischen Wald und Eis zurücktritt oder ganz verschwindet, dass Wälder und Gebüsche unvermittelt mit dem überdauernden Eise in Berührung stehen«. Und in Grönland finden wir das Inlandeis im südlichen Teil des Landes von einer Vegetation mit Sträuchern umkränzt, wie *Betula intermedia*, *alpestris* und *glandulosa*, *Alnus ovata*, *Juniperus communis*, *Sorbus americana*, *Salix glauca* etc. mit großen Exemplaren von *Archangelica officinalis* u. s. w. gemischt, wie z. B. am Eisblink des Arsuk Fjords, wo ich die erwähnten Arten am 21. August 1883 notierte. Sie bildeten hier wahre Dickichte, durch welche man nur mit großer Mühe seinen Pfad bahnen konnte. Allerdings wuchsen diese Pflanzen hier an den Abhängen der Gebirge und demzufolge in etwas geschützter Lage, während die Verhältnisse da, wo das Inlandeis auf flachem Lande endigt, wohl bedeutend ungünstiger sein dürften. Doch darf man die Möglichkeit nicht unberücksichtigt lassen, dass vielleicht hier und da der Rand des skandi-

navischen Inlandeises von anderen Pflanzen als rein arktischen umsäumt sein konnte[1]).

Wie es sich aber in dieser Hinsicht in der That verhalten hat, können wir erst durch Berücksichtigung der fossilen Pflanzenreste erfahren, und es muss im höchsten Grade befremden, dass Drude keine Rücksicht auf dieselben genommen hat. Hätte er dies gethan, dann würde er wohl nimmer jene merkwürdige Behauptung ausgesprochen haben, dass selbst die Waldvegetation während der Eiszeit nicht notwendig von Skandinavien ausgeschlossen gewesen sei. Denn die paläontologischen Documente haben schon seit längerer Zeit bewiesen, dass eine solche Behauptung ganz unzulässig ist.

Es sind jetzt etwa 20 Jahre verflossen, seit ich die Anwesenheit einer fossilen Flora von Glacialpflanzen in Schonen und dann, zusammen mit Japetus Steenstrup, das Vorkommen derselben Flora auch in Seeland nachgewiesen habe. Dieselbe kommt in den glacialen Süßwasserablagerungen vor, welche in den kleinen Seebecken in dem vom Eise zurückgelassenen Moränenboden abgelagert worden sind. Diese Ablagerungen sind zuweilen recht mächtig, 3—4 m, und man kann dann einen unteren Horizont mit *Salix polaris* von einem oberen mit *Salix reticulata* und *Betula nana* trennen. Dazu kennen wir auch einige interglaciale Ablagerungen, welche nur *Salix polaris* und *Dryas octopetala* geliefert haben. Die Abtrennung zweier Horizonte in den glacialen Süßwasserablagerungen, welche ich schon 1871 constatieren konnte[2]), hat durch die weiteren Untersuchungen G. Andersson's eine vollständige Bestätigung gefunden[3]), obschon die beiden Horizonte natürlicherweise unmerklich ineinander übergehen und nur durch das allmähliche Verschwinden von *Salix polaris* und das Hinzukommen anderer Arten im oberen bedingt werden. Nach oben geht dann der obere durch Hinzukommen von strauchartigen *Salices* allmählich in die unteren Torfablagerungen mit *Betula nana*, *B. fruticosa* und *Populus tremula* über, wonach die bekannten, von Steenstrup zuerst erkannten, Regionen mit *Pinus sylvestris*, mit *Quercus* und mit *Alnus* nach einander folgen. Diese Regionen, zuerst in Dänemark bekannt, sind dann sowohl in der Kalktuffablagerung bei Benestad von mir, wie in den Torfmooren Schonens von G. Andersson, nachgewiesen worden. Localitäten mit Glacialpflanzen sind jetzt von etwa 25—30 Stellen in Schonen bekannt.

---

1) Ich habe auf diese Möglichkeit schon vor mehreren Jahren hingewiesen. A. G. Nathorst, Beiträge der Polarforschung zur Pflanzengeographie der Vorzeit. S. 264. Fußnote. — In Nordenskiöld's Studien und Forschungen etc. Leipzig 1885.

2) A. G. Nathorst, Om arktiska växtlemningar i Skånes sötvattensbildningar. Öfversigt af K. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. 1872. Nr. 2. S. 123. — Derselbe, Om den arktiska vegetationens utbredning öfver Europa norr om Alperna under istiden. Ibidem 1873. No. 6. S. 11.

3) G. Andersson, Studier öfver torfmossar i söden Skåne. S. 8. Bihang till Vetenskaps Akademiens Handlingar. Bd. 15, Afd. 3, No. 3.

Dieselben beweisen aufs entschiedenste, dass das Klima nach der Abschmelzung des Eises während langer Zeitabschnitte so streng war, dass nur solche extreme Glacialpflanzen wie *Salix polaris* und *Dryas octopetala* dasselbe ertragen konnten. Erst allmählich veränderte sich dasselbe, sodass auch andere *Salices*, *Betula nana* etc. gedeihen konnten, dann kamen die strauchartigen Weiden, dann die Birken und Zitterpappeln, dann die Kiefer, dann die Eiche etc., und so sehen wir allmählich eine graduelle Veränderung vom extremsten arktischen Klima bis zu den Verhältnissen der Jetztzeit vor sich gehen[1]). Die Pflanzenfossilien beweisen solchergestalt genügend, dass der Rand des Inlandeises in Südschweden und Dänemark von einer hocharktischen Flora umsäumt war, und damit fällt auch Drude's Annahme von der Existenz einer Waldvegetation in Skandinavien schon während der Eiszeit als vollständig unbegründet hinweg. Sogar nach der Abschmelzung des Eises dauerte es eine ganze Reihe von Jahrtausenden, bevor eine solche Vegetation hier gedeihen konnte. Und die oben geschilderten Verhältnisse beweisen hinreichend, dass das Inlandeis auch im südlichsten Skandinavien wie in Dänemark von ausgeprägten arktischen Verhältnissen nach allen Richtungen begleitet war. Dasselbe geht sowohl aus den limnischen (Apus glacialis) wie aus den marinen (Gadus polaris [= G. saida], Balaena mysticetus, Monodon monoceros, Yoldia arctica) Tierresten in Südschweden und Dänemark hervor[2]).

Leider kennen wir in Deutschland keine hinreichenden Pflanzenfossilien, um die Frage über die Vegetation, welche dort am Rande des Eises geherrscht hat, endgültig entscheiden zu können. In Mecklenburg habe ich freilich schon 1872 das Vorkommen von *Betula nana* im postglacialen Torf bei Örzenhof dargelegt, was freilich nicht viel beweist. 1880 traf ich bei Nezka in derselben Gegend einige pflanzenführende Lager unter dem Torfe, welche bei Herausschlemmung mehrere Pflanzenreste lieferten. Da aber die Proben unter sehr ungünstigen Verhältnissen gesammelt wurden (sie mussten aus dem Boden eines schmalen Grabens herausgenommen werden), so konnte ich die verschiedenen Horizonte nicht von einander getrennt halten. Es ist solchergestalt wahrscheinlich, dass die verschiedenen Arten, welche bei Schlemmung der Proben in Stockholm gefunden wurden, zu verschiedenen Horizonten gehört haben können. »Es ist wohl ziemlich offenbar«, sage ich demzufolge in meiner Erwähnung dieses Fundes[3]), »dass die erwähnten Pflanzen nicht eine einzige Flora repräsentieren; da die Proben nicht alle von demselben Lager herrühren, glaube ich, dass die mehr arktischen Pflanzen, wie in Schonen in den tieferen Lagern, die übrigen in

---

1) Dieser Auffassung schließt sich auch Engler (Versuch einer Entwickelungsgeschichte I. S. 160) an.

2) Vergl. Torell, Temperaturförhållandena under istiden samt fortsatta iakttagelser öfver dess aflagringar. Öfversigt af K. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar 1887. S. 429.

3) A. G. Nathorst, Über neue Funde von fossilen Glacialpflanzen. Diese Jahrbücher Bd. I, S. 434.

den höheren, am nächsten unter dem Torfe, vorkommen. Man würde folglich hier zu unterst eine arktische Flora — mit *Dryas, Salix reticulata* und zum Teil *Betula nana* (nebst *Salix retusa*? und *polaris*?) — darüber eine subarktische Flora — *Betula nana*, *B. odorata, Salix arbuscula*, *S. glauca*? etc. — und am nächsten unter dem Torfe *Betula verrucosa* haben. Fortgesetzte Ausgrabungen an der erwähnten Localität, insbesondere in den tieferen Schichten, werden wohl diese Frage entscheiden.«

Wir wissen in der That nicht, wie hoch über der Grundmoräne die oben erwähnten pflanzenführenden Lager vorkommen, denn es gab kein Profil, welches dies zeigen konnte. So viel steht jedenfalls fest, dass *Dryas octopetala*, *Salix reticulata*, *Salix arbuscula* (oder *myrtilloides*) nebst *Betula nana* hier seiner Zeit gelebt haben. Ob sie zusammen mit *B. odorata* wirklich vorgekommen sind, und ob in solchem Falle eine rein arktische Vegetation dieser Mischflora vorausgegangen ist, wissen wir bisher nicht. Wir müssen uns vielmehr nach England wenden, um fernere Aufschlüsse zu erhalten.

Bei Cromer an der Küste von Norfolk, also etwa unter derselben Breite wie Berlin, fand ich 1872 mehrere Reste von *Salix polaris* nebst *Hypnum turgescens* in präglacialen Lagern unterhalb der Grundmoräne. Clement Reid, welcher diese Untersuchungen später fortgesetzt hat, fand in derselben Ablagerung an mehreren Localitäten außer *Salix polaris* auch Blätter von *Betula nana* und Reste von *Hippuris*, *Juncus*, *Cyperus* und *Potamogeton*. Ob alle diese Reste in genau demselben Horizonte vorgekommen sind, weiß ich nicht, wir sehen aber hinreichend aus den erwähnten Arten, dass die Flora, welche an der Küste von Norfolk unmittelbar vor der Eisbedeckung gelebt hat, eine arktische war, und dass die Waldvegetation, über welche uns das Forest Bed Kunde giebt, dann aus dieser Gegend gänzlich verdrängt worden ist. Wir können aus diesen Umständen schließen, dass eine arktische Flora den Rand des Inlandeises in England umsäumt hat. Dies wird auch durch eine Fundstätte in Devonshire außerhalb des vom Eise bedeckten Bodens bestätigt. Hier, bei Bovey Tracey, hat Heer schon 1861 unter den von Pengelly in einer postglacialen Ablagerung gesammelten Pflanzen Blätter von *Salix cinerea, S. myrtilloides* und *Betula nana* erkannt, und ich selbst fand dort 1872 in einem anderen Becken in der Nähe sowohl die erwähnten Arten, wie auch *Arctostaphylos uva ursi* und einzelne Blätter von *Betula alba*. Sie kamen hier in einem torfartigen Thon vor und ganz gewiss in einem etwas höheren Horizonte als im weißen Thon an Pengelly's Localität, wo *Betula alba* fehlt. Auch im südlichsten England, außerhalb der Region der Vereisung, bei etwa 50°36′ n. Br. hat demzufolge entweder während oder nach der Periode der größten Vereisung höchstens eine strauchartige Vegetation existieren können. Zu bemerken ist auch, dass Clement Reid und H. Ridley neuerdings *Salix polaris* in einer spätglacialen Süßwasserablagerung bei Hoxne in Suffolk entdeckt

haben[1]). Die Art lebte demzufolge in England noch nach oder während des Rückzugs des Eises.

Unter solchen Umständen scheint es mir nicht wahrscheinlich, dass das Inlandeis in Deutschland von einer Waldvegetation umkränzt war, insbesondere wenn wir uns dazu der Zeugnisse für die Strenge des Klimas in Südschweden und Dänemark sowie der sehr allmählichen und gradweisen Verbesserung desselben erinnern. Es wäre doch immerhin möglich, dass das dortige mehr continentale Klima für eine solche Vegetation passen konnte, wogegen mir aber die fossilen Pflanzen in der Schweiz, wo dann etwa ähnliche Verhältnisse geherrscht haben würden, zu sprechen scheinen. Auch hier finden wir in der Tiefebene bei Schwerzenbach (Kanton Zürich) eine arktisch-alpine Flora aus *Betula nana, Salix polaris*, *S. retusa*, *S. reticulata*, *S. hastata alpestris*, *S. myrtilloides*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Azalea procumbens, Polygonum viviparum* und *Dryas octopetala* bestehend. Diese Localität, vom Verfasser 1872 entdeckt, stand zuerst für die Schweiz vereinzelt da, und HEER sprach dann die Meinung aus (Urwelt der Schweiz. 2. Aufl. S. 581), dass gar wohl zu gleicher Zeit, wo diese arktisch-alpine Flora die Wassertümpel umgab, sich auf den nahen Hügelketten ein Nadelholzwald angesiedelt haben konnte. Nachdem ich aber später (1880) bei Hedingen zwischen Zürich und Zug eine ähnliche Flora — *Salix herbacea*, *Salix* sp., *Dryas octopetala* und *Betula nana* — entdeckt hatte, und C. SCHRÖTER *Dryas* und *Betula nana* bei Schönenberg, *Betula nana*, *Dryas* und *Salix reticulata* bei Niederwyl, sowie Blätter der Zwergbirke bei Bonstetten aufgefunden hatte, wozu noch mein Fund von Resten derselben Pflanze bei Wauwyl (Kanton Luzern) kommt — überall in glacialen Süßwasserablagerungen —, dürfte zur Genüge bewiesen sein, dass keine Waldvegetation in diesen Teilen der Schweiz bei der Ablagerung der betreffenden Letten vorgekommen ist, wie es auch SCHRÖTER in seiner Flora der Eiszeit schon richtig hervorhebt[2]). Es ist zu bemerken, dass diese Ablagerungen während des Rückzuges der alpinen Gletscher nach der Eiszeit abgesetzt worden sind, und es scheint mir folglich nicht recht wahrscheinlich, dass unter solchen Verhältnissen der Rand der alpinen Gletscher — oder wenigstens jener, welche gegen Norden sich erstreckten — zur Zeit der höchsten Vereisung von einer Waldvegetation umgeben war. Wir sind folglich auch für die Gletscher der Alpen während der Zeit ihrer größten Ausdehnung zu denselben Resultaten wie für das skandinavische Inlandeis gekommen. Allerdings ist zu bemerken, dass fernere Aufschlüsse über die fossilen Pflanzen der Glacialablagerungen sehr erwünscht sind. Vergessen müssen wir übrigens nicht, dass nach NANSEN ein kalter Luftstrom stetig vom Inlandeise gegen die Umgebungen herauszutreten scheint, was

---

1) Vergl. meine Bemerkungen zu diesem Fund in Neues Jahrb. für Minealogie etc. 1890. Bd. 1. S. 477.

2) SCHRÖTER, Die Flora der Eiszeit. Zürich 1882. S. 30.

nicht ohne Einfluss auf die umgebende Flora sein kann, insbesondere da die Umgebungen nicht von Gebirgen geschützt sind.

Nach allem, was ich oben angeführt habe, glaube ich mit voller Sicherheit behaupten zu können, dass kein Grund vorliegt, die ältere Annahme einer ehemaligen Existenz einer arktisch-alpinen Flora in Mitteleuropa zwischen dem Rand des skandinavischen Inlandeises und dem Randsaum der Alpengletscher während der Zeit der höchsten Vereisung als unrichtig zu betrachten. Eine andere Frage ist die, wie weit diese Flora sich über das genannte Gebiet erstreckt haben kann, eine Frage, welche nur durch Untersuchung der Flora der glacialen Ablagerungen entschieden werden kann.

Wenn demnach die Beobachtungen Seton-Karr's über die Gletscher Alaskas keine Ausdehnung auf die Verhältnisse des skandinavischen Inlandeises während der Zeit der höchsten Vereisung gestatten, so gestaltet sich die Frage etwas anders, wenn es sich um die Zeit der totalen Abschmelzung dieses Eises handelt. In demselben Maße, wie die Mächtigkeit desselben durch die Ablation der Oberfläche verringert wurde, mussten allmählich die Moränen auf der Oberfläche hervortreten, und gleichzeitig begannen einzelne Höhen als Nunatakker aus dem Eise aufzutauchen. Wie bekannt, nehmen mehrere der skandinavischen Geologen an, dass die »Åsar« während dieser Schmelzung aus dem in Flussrinnen auf dem Eise niedergespülten Moränenschutt entstanden sind, und es ist möglich, dass die Moränen dann so mächtig waren, dass eine Vegetation auf ihrer Oberfläche existieren konnte, wie eine solche auch auf den blosgelegten Nunatakker zweifelsohne sich ansiedelte. Ich habe dies schon vor dem Erscheinen der Mitteilungen Seton-Karr's hervorgehoben[1]): »Als das Inlandeis das Maximum seiner Ausdehnung erreicht hatte, war die Existenz der arktischen Flora hier (im mittleren Schweden) nicht möglich, weil keine »Nunatakker« hier vorkamen. Mit der fortschreitenden Abschmelzung des Eises wurden die Verhältnisse aber günstiger, weil nunmehr einzelne Gebirgsgipfel allmählich sich über die Eisdecke erhoben haben dürften. Dazu kommt noch eine Möglichkeit, welche für die Wanderung der Pflanzen gegen Norden nicht übersehen werden darf, sie könnten nämlich möglicherweise über das Eis selbst, auf dessen bei der Schmelzung mehr und mehr blosgelegten Moränen gewandert sein. Man sieht z. B. auf Spitzbergen, dass die Vegetation nicht versäumt sich auf den Moränen, welche an dem unteren Ende der sich zurückziehenden Eisströme durch die Schmelzung blosgelegt werden, einzufinden, auch wenn man sie bisher noch nicht sonderlich weit auf dem Eise beobachtet hat. Wenn aber das skandinavische Inlandeis endlich verhältnismäßig

---

1) A. G. Nathorst, Om lemningar af *Dryas octopetala* L. i kalktuff vid Rangiltorp nära Vadstena. Öfversigt af Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. Stockholm 1886. S. 229.

schnell abgeschmolzen war — wie man auf Grund der Asar anzunehmen geneigt sein könnte — und zwar nicht nur am Rande, sondern gleichzeitig in seiner ganzen Masse, sodass das Eis endlich, wie K. J. V. Steenstrup es für ähnliche Verhältnisse in Grönland genannt hat, »tot« wurde[1]), so hätte die Oberfläche des Eises allmählich von den durch die Schmelzung blosgelegten inneren Moränen bedeckt werden müssen, und diese Oberfläche würde dann ganz gewiss passende Standorte für wenigstens einen Teil der arktischen Flora dargeboten haben.«

Höchstens für das abschmelzende Inlandeis können wir solchergestalt eine Ähnlichkeit mit den Verhältnissen in Alaska annehmen. Dabei muss aber ausdrücklich betont werden, dass wir keinen Grund für die Annahme haben, dass auch die skandinavische Waldvegetation auf ähnliche Weise über das Eis gewandert ist. Es sprechen vielmehr die fossilen Pflanzenreste Schonens, Ostgothlands und Jemtlands auf's entschiedenste dafür, dass die arktische Flora in allen Gegenden unseres Landes, wo das Eis auf dem Lande abgeschmolzen ist, die erste war, welche den blosgelegten Boden besiedelte.

Ich halte es für überflüssig, auf einzelne andere Punkte in Drude's Aufsatz, gegen welche man auch Einwendungen machen könnte, einzugehen, die Hauptfragen dürften oben hinreichend beleuchtet worden sein. Auch die Frage über die behauptete frühere Landbrücke zwischen Europa und Grönland — über die Färöer und Island — werde ich hier nicht besprechen, da dieselbe in meiner Arbeit über Grönlands Vegetation, von welcher in dieser Zeitschrift ein Auszug seiner Zeit erscheinen soll, schon behandelt worden ist. Nur will ich hier betonen, dass die Bedeutung derselben für Grönland — sowie für die circumpolare Verbreitung der arktischen Flora — hauptsächlich in die präglaciale Zeit oder zu Beginn der glacialen Zeit fallen dürfte, während es in pflanzengeographischer Hinsicht ziemlich gleichgültig ist, ob die Landverbindung zwischen Island und Grönland noch in der postglacialen Zeit bestanden hat oder nicht. —

Das Resultat unserer Untersuchungen dürfte in folgenden Hauptpunkten summiert werden können:

1. Das skandinavische Inlandeis war während der Zeit der höchsten Vereisung eine vegetationslose Einöde[2]), über welche keine Pflanzenwanderung stattfinden konnte.

2. Es kann keine Rede davon sein, dass »der größte Teil des arktischen Florenelementes, welches Grönland und Skandinavien verbindet, dortselbst an geschützten Stellen, auf mannigfach sich verschiebenden Küstenplätzen, sowie auf den dem Eise auflagernden Moränen etc., die Eiszeit überdauert und während dieser Periode zur Verbreitung des arktischen Elementes südwärts zum mittleren Europa hin das meiste beigetragen hat«.

---

1) Siehe auch Heim, Gletscherkunde. S. 477.

2) Mit der Ausnahme selbstverständlich der Schneealgen, wie *Sphaerella nivalis* u. a.

3. Ebenso unbegründet ist die Behauptung, »dass selbst die Waldvegetation in jener Periode von Skandinavien nicht notwendig ausgeschlossen« sei, denn:

4. die Flora der glacialen Ablagerungen beweist auf's bestimmteste, dass eine hocharktische Vegetation die erste war, welche den skandinavischen Boden nach der Abschmelzung des Eises besiedelte, und dass das Klima erst sehr allmählich wärmer wurde, sodass die Waldvegetation erst nach mehreren Jahrtausenden in Skandinavien einwandern konnte.

5. Dieselbe Flora beweist ferner, dass der Rand des skandinavischen Inlandeises zur Zeit der höchsten Vereisung, wenigstens zum Teil, von einer arktischen Flora umsäumt war. Wenn es auch wahrscheinlich ist, dass dasselbe für den ganzen Umkreis gilt, so muss jedoch zugestanden werden, dass hinreichende Fossilreste fehlen, um dies endgültig entscheiden zu können. Wir müssen vielmehr fernere Aufschlüsse abwarten, bis die Frage als entschieden betrachtet werden kann.

6. Erst bei der totalen Abschmelzung des Inlandeises traten solche Verhältnisse ein, dass die Pflanzen auf dessen Moränen möglicherweise wandern konnten, was aber für die Waldvegetation Skandinaviens nicht gelten kann.

Stockholm, 14. Januar 1891.

---